



COMPORTAMIENTO TÉRMICO DE VIVIENDAS POPULARES EN TIERRA DEL FUEGO (ARGENTINA)

Díaz Cristian J.¹, Czajkowski Jorge D.²

Unidad de Investigación N°2 del Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata (FAU-UNLP)
Calle 47 N°162, CC 478. La Plata (1900), Argentina. http://idehab_fau_unlp.tripod.com/ui2;
e-mail: czajko@yahoo.com – diazcristian007@yahoo.com.ar
Tel/fax +54-0221-4236587/90 int 254.

RESUMEN: Las viviendas producidas en serie por el Estado presentan diversos problemas de adaptación al clima, lo que lleva en muchos casos a una deficiente habitabilidad higrotérmica y uso desmedido de energía, que proviene del mal diseño tanto en su forma como en su materialidad. Estas características se agudizan y se hacen mas notorias en el sur de nuestro país, en donde conseguir el nivel adecuado de confort se hace indiscutiblemente imprescindible, pero los medios utilizados para lograr ese fin no se cuestionan. Se presentan los resultados de una evaluación térmica-energética realizada a un prototipo de vivienda popular de la región fueguina. Se compara la situación previa y posterior a la implementación de medidas de ahorro de energía y URE. Se discute la factibilidad técnica – económica.

Palabras clave: habitabilidad higrotérmica, vivienda popular, factibilidad técnica – económica.

INTRODUCCIÓN

Como parte de un plan de trabajo de beca doctoral CONICET (2004-2006) denominado “Evaluación y mejoramiento ambiental de viviendas de interés social Sur-Patagónicas”, se realizó este estudio llevado a cabo en la ciudad de Ushuaia, en la provincia Argentina de Tierra del Fuego (Lat.: 54°48’S, long.:68°19’W de G, altura sobre el nivel del mar: 7 mts.).

El clima allí está clasificado, según normas argentinas, como muy frío.

El comportamiento respecto al confort higrotérmico puede verse en el figura 1 de Givoni B., y los datos climáticos medios, en la Tabla 1. Del análisis de éstos surge que posee veranos fríos e inviernos muy rigurosos (T_{máx.med.}:13°C, T_{mín.med.}:-1,5°C), con una HR: 73%, vientos muy fuertes predominantes del SO y 5215 grados día (base 20°C). La temperatura mínima de diseño en invierno es de -5,5 °C (IRAM 11603).

Con estos valores podemos considerar a modo de

Estación	T° Med °C	T° Max °C	T° Min °C	HR %	VV Km/h
Verano	9	13	4.8	71	17
Invierno	1.6	4.7	-1.4	78	10
Anual	5.7	9.5	1.9	73	14

referencia que el sitio es cinco veces mas frío que Buenos Aires.

Tabla 1: Datos climáticos medios de la región

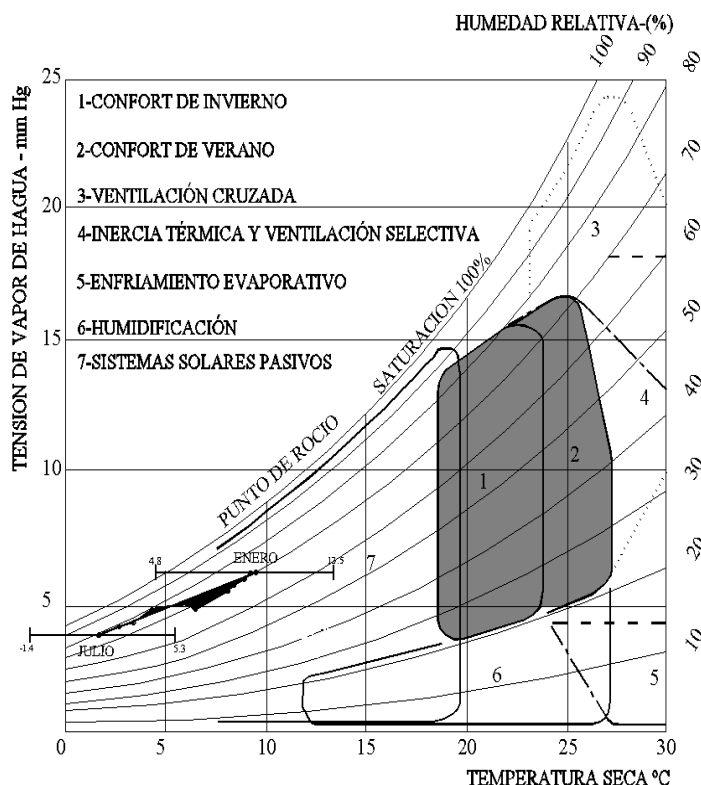


Figura 1: Diagrama de confort según Givoni para Ushuaia.

¹ Becario Doctoral CONICET

² Investigador Adjunto CONICET

Debido a que en la Isla de Tierra del Fuego se realizan extracciones de gas natural y a que se la considera como zona desfavorable, sus habitantes poseen un subsidio del 63 % en la tarifa de gas natural. Este subsidio, que pagan los usuarios del resto del país, fomenta el derroche energético.



Figura 2: Vista invernal del conjunto habitacional en Tierra del Fuego, Argentina

Aproximadamente el 65% de las viviendas son construidas por el Estado, consecuencia de una política llevada a cabo predominantemente en las décadas de los '80 y '90, para fomentar el asentamiento de población en la región. En cuanto al diseño de las mismas, responsabilidad también estatal, responde a prototipos similares en donde en la mayor parte de las veces no se tienen en cuenta ni las condiciones climáticas del sitio, ni la forma de implantación del edificio.

El caso analizado es un prototipo de vivienda unifamiliar tipo departamento de 65 m² cubiertos. Este se agrupa apilado en bloque de hasta tres pisos. La sola repetición del modulo genera un barrio (figura 2 y 3).

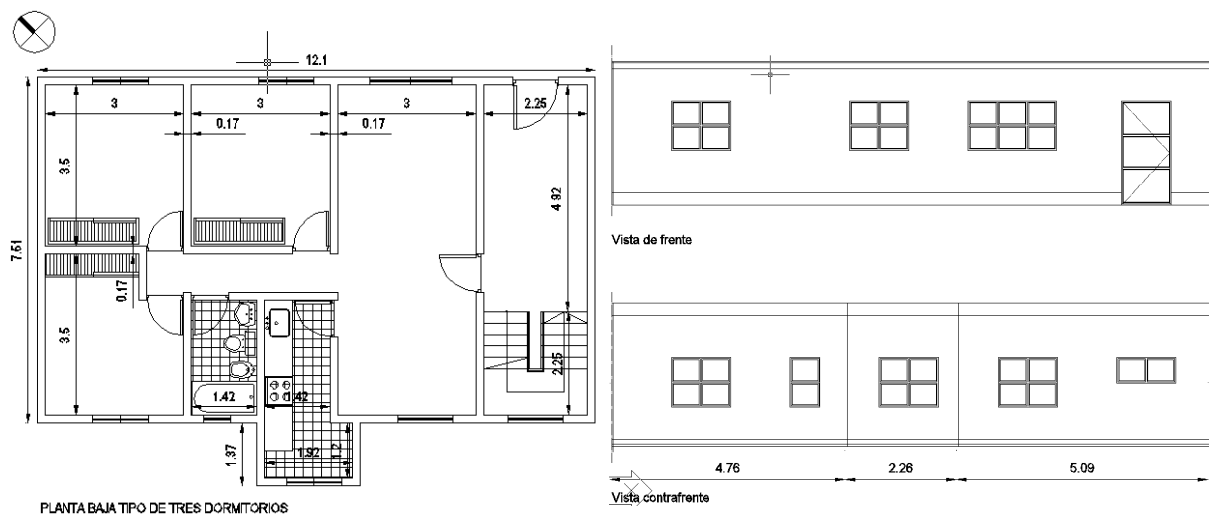


Figura 3: Planta y vistas de la vivienda a analizar.

Envolvente	Material	Espesor (cm)
Muro	H°A°	17
Techo *	H°A°	15
Piso	H° sobre terreno natural	15
Carpintería	Marco y contramarco tipo cajón, con doble vidrio	17

Tabla 2: características constructivas del caso analizado. *Dado que es un departamento de planta baja la designación “techo”, corresponde a una losa de entrepiso con un departamento ocupado arriba.

El sistema constructivo empleado muestra a los muros contruidos con paredes premoldeadas en hormigón armado de 17 cm de espesor y los entrepisos hechos In-situ con un espesor de 15 cm sin aislamiento térmico; la cubierta de los departamentos del último piso esta comprendida por chapa galvanizada trapezoidal N° 24, aislación térmica de 5cm de espesor, barrera hidrófuga, entablonado de madera y cielloraso suspendido. Las unidades de planta baja están apoyadas sobre una platea de hormigón armado sin aislar y no hay control de puentes térmicos. El caso a analizar comprende a la vivienda ubicada en planta baja. En el cuadro se muestran sus características constructivas actuales (Tabla 2).

Así se propone un análisis de las características higrotérmicas según Normas IRAM, certificando el cumplimiento de los estándares de la misma. Se propone una solución constructiva que contemple una mejora térmica, se analizan costos y se verifica la factibilidad técnico – económicas.

INSTRUMENTOS Y METODOS

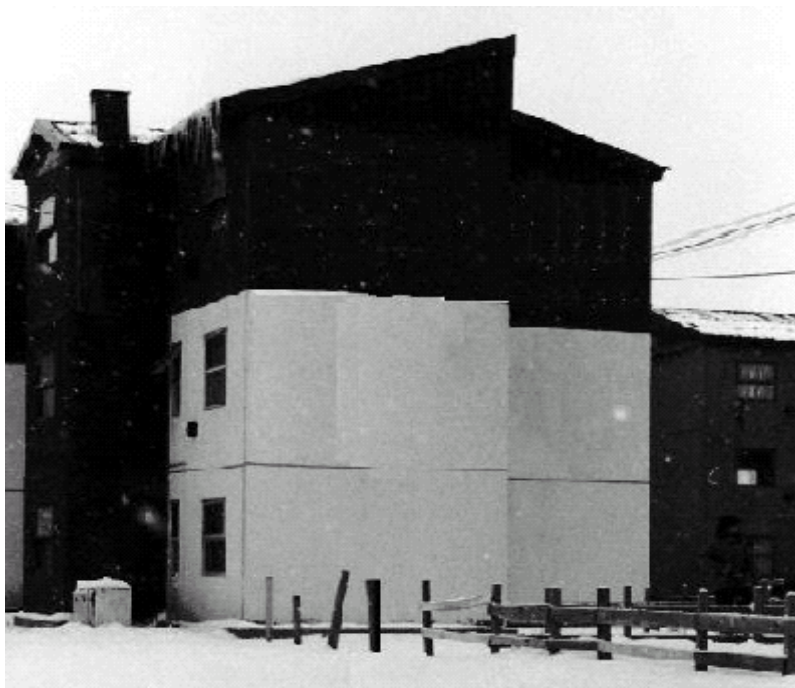


Figura 4: Vista exterior de la unidad habitacional en invierno.

En primera instancia se consiguieron los datos del Servicio Meteorológico Nacional que son de difícil acceso para la comunidad. Luego se realizó un relevamiento del sitio y se selecciono un caso tipo de la mayor representatividad del universo de viviendas de interés social.

Se realizaron los análisis de los datos, se determinó el comportamiento energético y luego se comparó con datos reales (facturas de gas de estas viviendas).

En el análisis económico-energético se proponen medidas de ahorro de energía con el fin de mejorar el comportamiento energético en relación a una factibilidad económica de implementar dichas medidas. Se realizo un relevamiento In-situ para encontrar una vivienda representativa (Figura 4). Para los análisis energéticos se utilizo el programa EnergoCAD (Czajkowski, 1995, 1999).

NIVELES DE AISLACION

Se realizaron los cálculos de transmitancia térmica “K” para los siguientes elementos de la envolvente, según la información suministrada por la empresa Supercemento S.A. y SOCOCIA S.A. y se los comparó con los valores admisibles de la Norma IRAM 11605. Para esto se adopto $T_{m\text{diseño}} = -6,00\text{ °C}$ y K_{adm} para nivel “B”.

Muro $K_{real} = 2,15\text{ W/m}^2\text{ K} > K_{adm.} = 0,80\text{ W/m}^2\text{ K}$, por lo tanto no cumple con el nivel “B” (IRAM 11605).

Techo $K_{real} = 2,00\text{ W/m}^2\text{ K} > K_{adm.} = 0,67\text{ W/m}^2\text{ K}$, por lo tanto no cumple con el nivel “B” (IRAM 11605).

Por otro lado, las ventanas, al estar compuestas por doble vidriado, tienen un $K_{proy.} = 3,15\text{ W/m}^2\text{ K}$.

Según el cálculo el balance térmico de la vivienda, se determinó la carga térmica del edificio que es igual a 57439 Kwh/año, con un consumo debido a pérdidas de 453 W/°C y pérdidas globales “G” igual a 2,7 W/m³°C. En el Figura 5 y Tabla 3 se puede visualizar la discriminación de pérdidas por envolvente.

Consumo debido a Pérdidas por :	W/ °C	Porcentaje %	Sup.(m²)
Muros	184	40.56	83.41
Techos	68	15.02	68.04
Ventanas	44	9.66	10.44
Puertas	7	1.53	1.68
Pisos	32	7	35.34
Renovaciones de aire	119	26.26	-----

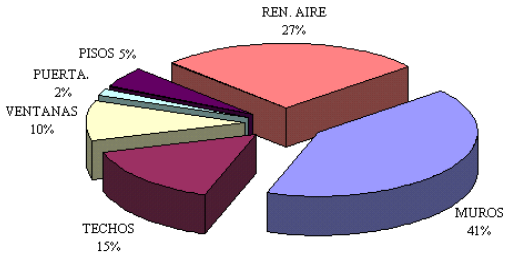


Tabla 3: Pérdidas de los distintos elementos de la envolvente.

Figura 5: Porcentaje de pérdidas de la viv. actual.

La estrategia para producir mejoras en la calidad térmica edilicia se basó en la búsqueda de un sistema constructivo de fácil implementación. Se optó por desarrollar solo la mejora al sistema constructivo del muro, por ser el elemento de la envolvente de la vivienda en donde se producen las mayores pérdidas (Tabla 3). Esta consistió en incorporar una capa comprendida por dos manos de pintura asfáltica, sobre la cara exterior del muro, a fin de prevenir posteriores riesgos de condensación intersticial. Luego se adhirió 5 cm de poliestireno expandido (densidad = 30 K/m³) y por último, un recubrimiento de chapa trapezoidal galvanizada N° 24 atornillada a perfiles de chapa doblada (Figura 6). Luego se recalculó la transmitancia térmica “K”, incluyendo las mejoras propuestas.

$$R_{real} = 0,465 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{mejorado} = R_{real} + R_{aisl.} = 0,465 + 1,562 = 2,03 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$K_{mej} = 0,49 \text{ W/m}^2\text{K} < K_{adm.} = 0,80 \text{ W/m}^2\text{K (Nivel B)}$$

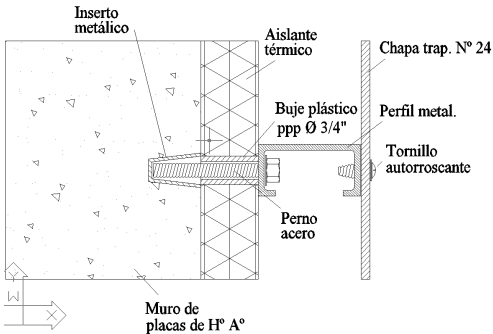
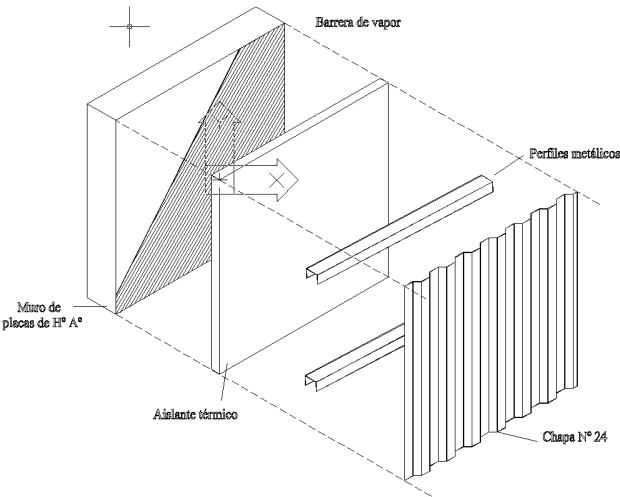


Figura 6: Detalles del muro con los elementos de propuesta.

Con esta modificación, se obtuvo según balance los siguientes valores:

Consumo debido a pérdidas por:	W/ °C	Porcentaje %
Muros	51	17.95
Techos	34	11.87
Ventanas	44	15.26
Puertas	7	2.41
Pisos	32	11.06
Renovaciones de aire	119	41.49

Tabla 4: Pérdidas de los distintos elementos de la envolvente

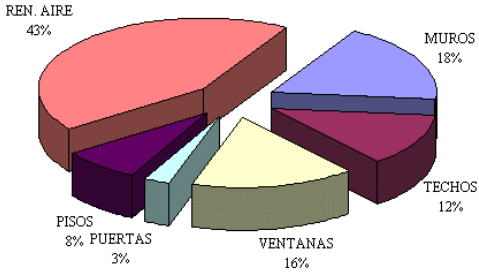


Figura 7: Porcentaje de pérdidas con mejoras.

Consumo debido a pérdidas por:	En el estado actual	Con mejoras	Ahorro en porcentaje
Muros	184 W/ °C	51 W/ °C	72.28 %
Techo	68 W/ °C	34 W/ °C	50 %

Tabla 5: Diferencia de pérdidas y ahorro.

	Carga Térmica Kwh/año	Pérdidas globales W/m ³ °C
Estado actual	57439	2,7
Con mejoras	21100	1,69

Tabla 6: comparación de cargas térmicas y pérdidas globales

La diferencia conseguida en carga térmica sería de 21100 Kwh/año, la reducción en pérdidas totales sería del 50 % con respecto a su valor original, y las pérdidas globales “G, luego de la modificación, sería de 1,69 W/m³°C. (Figura 7 y Tablas 4 a 6). La aplicación de estas medidas, implicaría una considerable disminución en la demanda de gas natural en calefacción (2734,8 m³/año).

En base a lo anterior, se realizó un análisis económico sobre dos escenarios posibles de incremento en el valor del m³ de Gas Natural (0% y 12%). Los valores futuros de tasa de incremento del combustible, junto con su valor, se obtuvieron de www.bae.com. El escenario con tasa de incremento del combustible del 0%, se adoptó en base a la política llevada hasta el momento por el Estado, con un precio irracional respecto a los valores internacionales (el precio en Argentina varía entre 0.033 a 0.12 U\$S/m³, el valor en América varía entre 0.38 a 0.59 U\$S/m³ y el precio Internacional entre 0.34 a 1.09 U\$S/m³), lo que lleva a pensar que el costo actual en nuestro país no podrá sostenerse en el largo plazo. Es por esto que se adoptó para el desarrollo del trabajo una tasa de incremento anual del combustible del 12%. Para el análisis se adoptó una tasa de interés de plazo fijo del 22% anual que otorga el Banco de la Provincia de Tierra del Fuego en el año 2003, para el monto de construcción del rediseño ambiental. Así, se planteó un análisis tecnológico- económico sobre la factibilidad de implementar medidas URE en la envolvente edilicia (Figura 8).

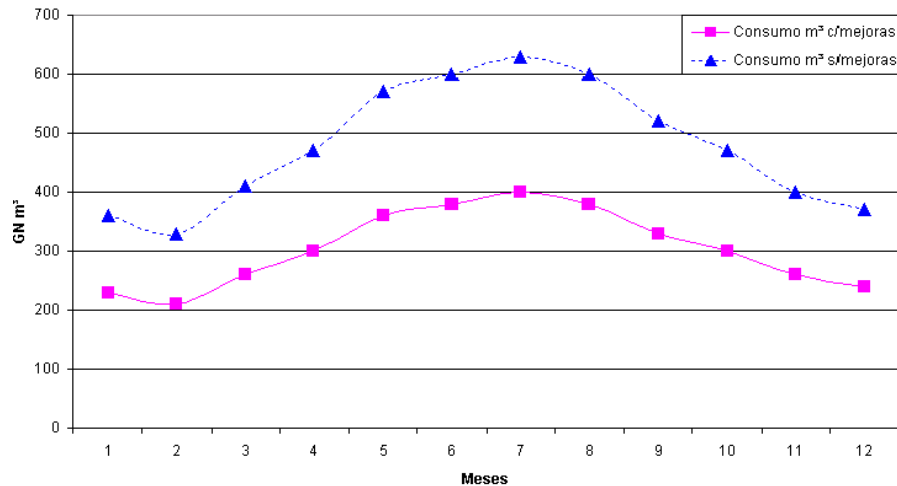


Figura 8: Consumos en combustible en el estado actual y mejorado.

Con la pérdida térmica anual de energía en calefacción, podemos conocer el costo demandado en energía según la expresión 1 (Czajkowski J., Gómez A., 2002) Tabla 7.

Los costos para mejorar la envolvente, tanto en materiales a incorporar como de mano de obra a utilizar, se obtuvieron de presupuestos locales. De esta forma el costo total de las medidas descriptas sería de U\$S 650.

$$[1] \quad CECA = \frac{Q \times C_c}{P_c \times P}$$

Estado actual	Con mejoras
CECA= $\frac{57439 \text{ Kwh/año} \times 0,10 \$}{10,7 \text{ Kwh/año} \times 0,30}$	CECA= $\frac{21100 \text{ Kwh/año} \times 0,10 \$}{10,7 \text{ Kwh/año} \times 0,30}$
CECA = 1789 \$/año → 596 U\$S/año	CECA = 1789 \$/año → 596 U\$S/año

Tabla 7: Cálculo del costo de energía en calefacción anual.

En función de las medidas anteriormente expuestas se calculó el tiempo de retorno, por medio del programa RENTA versión 1/92, ingresando los valores como el costo de la instalación, renta de capital, costo del combustible sin medidas y con medidas de ahorro y la tasa de incremento del combustible (Tabla 8), se deduce que el tiempo de retorno de la inversión, sería de 5 años. Por otro lado, manteniendo el mismo nivel en confort térmico y si se tomara la ventaja económica a largo plazo, por ejemplo a 30 años, se tendría un ahorro aproximado de \$ 5300.

Año	Costo de la Instalación	Costo de ahorro
0	650	175
1	834	396
2	1019	720
3	1248	1075
4	1725	1689
5	2162	2448

Tabla 8: Calculo del tiempo de retorno.

CONCLUSIONES

En primer lugar, se pudo corroborar que la vivienda es de baja calidad térmica, no cumple con la normativa vigente ni aun con el nivel mas bajo ("C"). Esto obliga a un enorme consumo de energía para mantener en confort las viviendas.

Se demostró que hay una clara diferencia en los valores térmicos de la vivienda en estado actual con respecto a la propuesta planteada.

A pesar de los fuertes subsidios a los consumidores, el análisis muestra un corto plazo para el retorno de inversión en ahorro de energía. A su vez, si se generalizara esta medida de mejora en el acondicionamiento edilicio a otros conjuntos de vivienda estatal o particular, no sólo sería una clara fuente de empleo, sino una muestra de concientización de ahorro en consumo de energía.

Esta investigación, recién iniciada, avanzara con dos campañas de auditorias en la región. Análisis tipológico de tipos edilicios de viviendas de interés social y una propuesta de mejoramiento ambiental.

REFERENCIAS

- Czajkowski, J y Rosenfeld, E. (1990). Resultados del análisis energético y de habitabilidad higrotérmica de las tipologías del sector residencial urbano del área metropolitana de Buenos Aires. *Actas 14ª Reunión de Trabajo de ASADES*. Pág 131-136. Mendoza.
- Czajkowski J. (1995). Sistema informatizado en ambiente CAD EnergoCAD para el diseño bioclimático y diagnostico energético de edificios múltiples escenarios. *Actas III Encontro Nacional y I Encontro Latinoamericano de Conforto No Ambiente Construido*. Gramado, Brasil.
- Czajkowski, Jorge. (1999) Desarrollo del programa AuditCAD para el análisis de edificios a partir de auditorias ambientales. En *Avances en energías renovables y medio ambiente*. ISSN 0329-5184. Pág. 08-5 a 8. Vol 3. Nro 2.
- Czajkowski, Jorge. Desarrollo de un sistema informático para el análisis del comportamiento edilicio a partir de audit-diagnósticos ambientales. *Anais del VIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construido*, Bahía, Brasil, 2000. Versión CD.
- Diaz Cristian J. y Czajkowski Jorge D. (2003) Comportamiento térmico en viviendas populares en Tierra Del Fuego (Argentina). ENCAC – COTEDI. Curitiba – PR – Brasil.
- Filippín C., De Rosa C., Gea M., Lesino G. (1195). Variación del perfil energético estacional en viviendas de interés social en Santa Rosa, La Pampa.
- Givoni, Baruch. (1969) *Man, Climate and Architecture*. Elsevier Publishing Company Limited. England.
- IRAM, serie de normas relacionadas con el aislamiento térmico de edificios. Buenos aires, Argentina.

ABSTRACT

The State mass produced houses present diverse climate adaptation problems, that take in many cases to an uncomfortable hydrothermal habitability and energy limitless use that arises from a wrong design in their form such as in their materiality. These characteristics become worse and more notorious in the south of our country, where to reach the appropriate comfort level is unquestionably indispensable, but the means used are not questioned. For this reason, the results of a thermal-energetic evaluation are presented carried out to a region popular house prototype, before and after incorporating *Racionality Energy Use* - REU measures, evaluating their advantages for energy saving and mainly in what concerns to life quality.

Keywords: hydrothermal habitability, popular house, technical feasibility - economic.